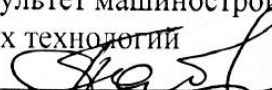


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет машиностроительных и химиче-  
ских технологий  
  
«16» 06 2021 г. Саблин П.А.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аналитическая химия»

Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) образовательной программы	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	4	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачёт	Кафедра «Химия и химические технологии»


Разработчик рабочей программы:

Заведующий кафедрой, Доцент, Доктор химических наук

 Шакирова О.Г

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
Кафедра «Химия и химические технологии»

 Шакирова О.Г.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Аналитическая химия» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации от 07.08.2020 № 922, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» по направлению подготовки «18.03.01 Химическая технология».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 19.002 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ И ГАЗА».

Обобщенная трудовая функция: В Обеспечение и контроль работы технологических объектов и структурных подразделений нефтегазоперерабатывающей организации (производства).

ТД-5 Контроль ведения лабораторных журналов и своевременное оформление результатов анализов и испытаний согласно системе менеджмента качества, НЗ-1 Оборудование лаборатории, принципы его работы и правила эксплуатации, НЗ-3 Методы проведения анализов, испытаний и других видов исследований.

Задачи дисциплины	освоение теории химического анализа и приобретение навыков самостоятельного определения качественного и количественного химического состава веществ.
Основные разделы / темы дисциплины	<b>Общие теоретические основы аналитической химии. Качественный анализ. Количественный анализ.</b>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Аналитическая химия» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных	ОПК-1.1 Знает основные естественно-научные законы, механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, сведения о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	Знает теоретические основы качественного анализа веществ; специфику основных методов контроля сырья и готовой продукции; теоретические основы количественного анализа. Умеет характеризовать свойства соединений на основе их хими-

<p>классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p>	<p>ОПК-1.2 Умеет осуществлять химические реакции, происходящие в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p> <p>ОПК-1.3 Владеет навыками анализа механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p>	<p>ческой формулы и строения; проводить лабораторные испытания смоделированных систем Владеет методами теоретического исследования; методами идентификации соединений</p>
<p>ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные</p>	<p>ОПК-5.1 Знает основные правила поиска и отбора информации, методы ее использования для подготовки и принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности</p> <p>ОПК-5.2 Умеет использовать, систематизировать и анализировать методическую, научно-техническую и технологическую литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности</p> <p>ОПК-5.3 Владеет навыками использования информации для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности</p>	<p>Знает методы разделения, концентрирования веществ; теоретические основы химических и физико-химических методов анализа, обработки результатов анализа. Умеет выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи; проводить статистическую обработку результатов. Владеет методами проведения химического анализа; навыками метрологической оценки результатов химического анализа.</p>

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аналитическая химия» изучается на 2 курсе, 4 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Химия», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Материаловедение», «Иностранный язык».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Аналитическая химия», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Основы биохимии и биотехнологии», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физико-химические методы анализа».

Дисциплина «Аналитическая химия» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения самостоятельных работ, лабораторных работ.

Дисциплина «Аналитическая химия» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

#### **4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 з.е., 108 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	48
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	16
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	32
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	60
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачёт	0

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Общие теоретические основы аналитической химии. Качественный анализ.</b>				
<b>Введение. Основные понятия аналитической химии.</b> <i>Аналитическая химия и химический анализ. Основные разделы современной аналитической химии. Задачи химического анализа. Экспериментальные методы в аналитике. Классификация методов химического анализа. Способы проведения химической реакции. держание материала</i>	2			
<b>Понятия</b>				2
<b>Методы качественного анализа</b> <i>Вводит Аналитические реакции и реагенты. Аналитический сигнал. Общие, групповые, специфические, селективные реакции. Избирательность аналитической реакции, Предел обнаружение. Маскирование. е содержание материала</i>	2			
<b>Методы</b>				2
<b>Методы идентификации веществ.</b> <i>Аналитическая классификация катионов и анионов. Систематический и дробный анализ. Качественный анализ неизвестного вещества. дите содержание материала</i>	2			
<b>Классификация по Меншуткину</b>				2
<b>Органические реагенты в хим. анализе.</b> <i>Органические аналитические реагенты</i>	2			

<i>(OAP). Классификация OAP. Комплексообразующие OAP и строение их молекул. е содержание материала</i>				
<b>Именные реакции</b>				2
<b>Распознавание металлов</b>			6	4
<b>Анализ неизвестного сплава</b>			4	4
<b>Анализ катионов и анионов</b>			2	4
<b>Идентификация смеси солей</b>			4	4
<b>Количественный анализ.</b>				
<b>Методы количественного анализа.</b>	2			
<b>Методы</b> <i>Химические методы количественного разделения: осаждение, соосаждение, электролиз, хроматография, экстракция.</i>				2
<b>Вычисление ошибок в количественном анализе.</b> <i>Допустимая точность, допустимая ошибка определения, их вычисление.</i>	1			2
<b>Кислотно-основное титрование.</b> <i>Титрование и его этапы. Точка эквивалентности. Способы титрования: прямое, обратное, титрование заместителя.</i>	2			
<b>Кислотно-основное титрование</b>				2
<b>Теория окислительно-восстановительной титриметрии.</b> <i>Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Окислительно-восстановительный потенциал. Направление и полнота протекания ОВР. Кривые окислительно-восстановительного титрования, индикация конечной точки титрования.</i>	1			
<b>Редокс титрование</b>				2
<b>Комплексометрическое титрование.</b> <i>Комплексоны, их строение и свойства. Состав растворов ЭДТА в зависимости от pH раствора.</i>	1			

<b>Комплексонометрия</b> <i>Трилонометрия</i>			3	7
<b>Гравиметрический метод анализа.</b> <i>Осаждаемая и весовая формы. Механизм образования осадков. Вычисления в весовом анализе.</i>	1			
<b>Весовой анализ</b>				2
<b>Кислотно-щелочное титрование</b> <i>Определение содержания соды</i>			4	4
<b>Перманганатометрия</b>			3	5
<b>Дихроматометрия</b>			3	5
<b>Иодометрия</b> <i>Определение %-го формальдегида</i>			3	5
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	16		32	60

#### **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	14
Подготовка к собеседованию	46

#### **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

#### **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

##### 8.1 Основная литература

- Основы аналитической химии : учебник для вузов: в 2 кн. Кн.1 : Общие вопросы.  
1 Методы разделения / под ред. Ю.А.Золотова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2004; 2002; 2001; 2000. - 360с., 60экз.



- 2 Основы аналитической химии : учебник для вузов: в 2 кн. Кн.2 : Методы химического анализа / под ред. Ю.А.Золотова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2004; 2002; 2001; 2000. - 504с., 60экз.
- 3 Мовчан, Н. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебник / Н.И. Мовчан, Р.Г.Романова, Т.С. Горбунова и др. - М. : НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 394 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>
- 4 Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - 2 изд., стер. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 542 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>
- 5 Васильев, В.П. Аналитическая химия : учебник для вузов: в 2 кн. Кн.1 : Титриметрические и гравиметрические методы анализа / В. П. Васильев. - 5-е изд., стер., 3-е изд., стер., 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Дрофа, 2005; 2003; 2002. – 368 с., чз-2экз аб-11экз.
- 6 Васильев, В.П. Аналитическая химия : учебник для вузов: в 2 кн. Кн.2 : Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. - 4-е изд., стер., 3-е изд., стер., 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Дрофа, 2004; 2003; 2002. - 384с., чз-2экз аб-10экз.
- 7 Васильев, В.П. Аналитическая химия : учебник для вузов: в 2 ч. Ч.1 : Гравиметрический и титриметрический методы анализа / В. П. Васильев. - М.: Высшая школа, 1989. - 320с., чз-1экз аб-23экз.
- 8 Васильев, В.П. Аналитическая химия : учебник для вузов: в 2 ч. Ч.2 : Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. - М.: Высшая школа, 1989. - 384с., чз-1экз аб-22экз.
- 9 Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 429 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>
- 10 Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Жебентяев. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 206 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>
- 8.2 Дополнительная литература
- 1 Основы аналитической химии. Задачи и вопросы: учеб. пособие для вузов / под ред. Ю.А.Золотова. - М.: Высшая школа, 2002; 2004. - 414с., чз-2экз аб-4экз.
- 2 Основы аналитической химии: задачи и вопросы : учебное пособие для вузов / под ред. Ю.А.Золотова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2004; 2002. - 412с., 6экз.
- 3 Цитович, И.К. Курс аналитической химии: учебник для вузов / И. К. Цитович. - 7-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2004. - 496с., чз-1экз аб-5экз.
- 4 Основы аналитической химии: Практическое руководство : учебное пособие для вузов / Ю. А. Барбалат, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др.; под ред. Ю.А.Золотова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. - 464с., чз-1экз аб-9экз.
- 5 Неразрушающие методы контроля материалов : учебное пособие для вузов / Н. А. Семашко, Б. Н. Марьин, В. В. Селезнев, О. В. Башков. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2003. - 139с., чз-1экз аб-5экз.

- 6 Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / под ред. В.В.Клюева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2005; 2003. - 656с., 14экз.
- 7 Средства и методы неразрушающего контроля качества продукции : учебное пособие для вузов / Под общ.ред. В.А.Кима. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольско-го-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2011. - 143с., чз-1экз аб-5экз.
- 8 Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: учебник для вузов: в 2 кн. Кн.1 : Общие теоретические основы. Качественный анализ / Ю. Я. Харитонов. - 3-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2005. - 616с., чз-1 экз аб-10 экз.
- 9 Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: учебник для вузов: в 2 кн. Кн.2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Ю. Я. Харитонов. - 3-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2005. - 560с., чз-1 экз аб-10 экз.
- 10 Васильев, В.П. Аналитическая химия: Сборник вопросов, упражнений и задач : учебное пособие для вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова; под ред. В.П.Васильева. - М.: Дрофа, 2003. - 320с., чз-1экз аб-9экз.

### 8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Химические методы идентификации: методические указания к лабораторным работам по курсу «Аналитическая химия» / сост.: О.Г. Шакирова, И.И. Золотарев. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2007. – 21 с.
2. Количественный анализ: методические указания к лабораторным работам по курсу «Аналитическая химия» / сост.: О.Г. Шакирова, И.И. Золотарев. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2007. – 22 с.
3. Аналитическая химия: Учебное пособие / сост.: О.Г. Шакирова – Комсомольск-на-Амуре: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2012 – 95 с.
4. Аналитическая химия. Лабораторные работы. Химические методы идентификации и определения: Учеб. пособие / сост.: О.Г. Шакирова – Комсомольск-на-Амуре: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2012. – 20 с.

### 8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Реферативно-библиографические базы данных ВИНИТИ по естественным наукам (<http://www.viniti.ru/products/viniti-database>) ► "Химия", "Физика", "Биология" и другие
2. Alkalinity Calculator ([water.usgs.gov/alk](http://water.usgs.gov/alk)) ► База данных по щелочности и методам ее определения.
3. ChemExper Chemical Directory ([chemexper.com](http://chemexper.com)) ► Каталог химических веществ и их поставщиков.
4. ChemDB Web Interface Index ([ics.uci.edu](http://ics.uci.edu)) ► ChemDB предлагает бесплатный онлайн инструментарий по химии. Текущая версия содержит более 4 млн описаний соединений и более 8 млн изомеров.
5. ChemSpider ([chemspider.com](http://chemspider.com)) ► Ресурс открытого доступа, обеспечивающий доступ к миллионам описаний химических структур. Поиск проводится по нескольким базам, в том числе PubMed и NCBI Entrez и др.
6. ChemSynthesis ([chemsynthesis.com](http://chemsynthesis.com)) ► База данных химических веществ, содержит также информацию по методам их синтеза и физическим свойствам, таким как плотность, точка плавления, точка кипения и т.д.

7. Crystallography Open Database (**crystallography.net/cod**) ► База данных кристаллических структур органических, неорганических, металло-органических соединений и минералов, за исключением биополимеров.
8. NIST Chemistry WebBook (**nist.gov**) ► Сайт предоставляет доступ к данным по химии и физике. Коллекции поддерживаются Программой NIST.
9. PubChem Project (**syntheticpages.org**) ► Поиск более 8 млн соединений по различным критериям. Сайт поддерживается Национальным центром по биотехнологиям.
10. SyntheticPages (**syntheticpages.org**) ► Это бесплатная интерактивная база данных по химическому синтезу.
11. TOXNET (**nlm.nih.gov/index.htm**) ► База данных по токсикологии, опасным химическим соединениям, состоянию окружающей среды и здоровья.

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Википедия <http://ru.wikipedia.org>
2. Химический портал <http://www.xumuk.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elibrary.ru>, свободный.
4. Естественнонаучный образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://en.edu.ru>, свободный.

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OpenOffice	условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### 9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные

образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

## **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

## **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

## **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

## 9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
417/1	Мультимедийная аудитория, вместимостью 30 человек.	Современные средства воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, включающей тач скрин доску, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core

		i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI.
422/1	Лаборатория аналитической химии	Химическая посуда, реактивы

При реализации дисциплины «Аналитическая химия» на базе профильной организации используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Стандартное или специализированное оборудование, обеспечивающее выполнение заданий	Назначение оборудования
Учебное оборудование, специализированная мебель, химическая посуда, электроплитка «БИОТЕК»; ЭПТ001-1,5кВт, штатив лабораторный ШФР-ММ, весы электронные ED 224S-RSE, аквадистиллятор ДЭ-4-02.	проведение химических опытов

## 10.2 Технические и электронные средства обучения

Отсутствуют

## 11 Иные сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

### «Аналитическая химия»

Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) образовательной программы	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	4	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачёт	Кафедра «Химия и химические технологии»



**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
<p>ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p>	<p>ОПК-1.1 Знает основные естественно-научные законы, механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, сведения о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p> <p>ОПК-1.2 Умеет осуществлять химические реакции, происходящие в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p> <p>ОПК-1.3 Владеет навыками анализа механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p>	<p>Знает теоретические основы качественного анализа веществ; специфику основных методов контроля сырья и готовой продукции; теоретические основы количественного анализа. Умеет характеризовать свойства соединений на основе их химической формулы и строения; проводить лабораторные испытания смоделированных систем Владеет методами теоретического исследования; методами идентификации соединений</p>
<p>ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные</p>	<p>ОПК-5.1 Знает основные правила поиска и отбора информации, методы ее использования для подготовки и принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности</p> <p>ОПК-5.2 Умеет использовать, систематизировать и анализировать методическую, научно-техническую и технологическую</p>	<p>Знает методы разделения, концентрирования веществ; теоретические основы химических и физико-химических методов анализа, обработки результатов анализа. Умеет выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи; проводить статистическую обработ-</p>

	литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности ОПК-5.3 Владеет навыками использования информации для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	ку результатов. Владеет методами проведения химического анализа; навыками метрологической оценки результатов химического анализа.
--	---	---

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Собеседование	ОПК-1	Собеседование	Полнота ответа
Собеседование	ОПК-5	Собеседование	Полнота ответа
РГР	ОПК-1,5	РГР	Правильность

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
4 семестр Промежуточная аттестация в форме «Зачет»			
Собеседование	8 неделя	120	полнота изложения материала
Собеседование	14 неделя	150	полнота ответа
РГР	16 неделя	100	правильность решения
<b>ИТОГО:</b>		370 баллов	
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимальной возможной суммы баллов			

**3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ "Основные типы аналитических реакций. Маскирование и разделение" (КВ1).**

1. Как Вы представляете себе понятия "аналитический сигнал" и "аналитическая реакция"? Каким требованиям они должны удовлетворять? Приведите по 3 конкретных примера, иллюстрирующих данные понятия.
2. Что такое предел обнаружения и чувствительность аналитической реакции? Какова современная трактовка этих понятий и способы их выражения? Приведите 2 аналитические реакции с характеристиками предела обнаружения и чувствительности.
3. Каким требованиям должны удовлетворять аналитические реагенты? Приведите примеры групповых, селективных и специфичных аналитических реагентов.
4. Как устраняют мешающее влияние ионов при осаждении? Приведите конкретные примеры.
5. Приведите конкретные примеры, показывающие все возможные способы маскирования.
6. Всегда ли выпадает осадок по достижении произведения растворимости? Какова природа факторов, управляющих этим явлением?
7. Приведите примеры осадков, растворимость которых повышается при повышении кислотности, концентрации гидроксид-ионов, избытка осадителя. Сопоставьте количественно изменение растворимости  $BaSO_4$  в 0,01 М растворе  $K_2SO_4$ , учитывая а) только солевой эффект; б) только влияние одноименного иона.
8. Какое заключение о составе анализируемого раствора можно сделать, если он не дает осадков ни с хлороводородом, ни с сульфидами водорода и аммония, ни с карбонатом аммония?
9. Изложите общие принципы разбиения элементов на аналитические группы.
10. Всегда ли можно из сравнения величин ПР судить о большей или меньшей растворимости осадков? Приведите примеры.
11. Как перевести в раствор сульфат бария? Предложенный способ подтвердите расчетом.
12. Выведите формулу, из которой следует, что хлорид серебра можно перевести в раствор в присутствии аммиака.
13. Как перевести в раствор наименее растворимые сульфиды типа  $CuS$ ?
14. Предложите реагенты для окисления а) иодида до иода; б) железа(II) до железа(III); в) тиосульфата до тетраионата; г) марганца(II) до перманганата; д) хрома(III) до хромата. Обоснуйте Ваш выбор.
15. В раствор хлоридов железа(III), меди(II) и цинка(II) опустили железную пластинку. Какие реакции будут проходить?
16. Почему ртуть не растворяется в  $H_2SO_4$ , но растворяется в HI с выделением водорода, а сульфид ртути не растворяется в  $HNO_3$ , но растворяется в "царской водке" или в смеси концентрированных HCl и KI?
17. Что такое старение осадков? Как влияет процесс старения осадков NiS и CoS на их растворимость?
18. Как можно изменить направление окислительно-восстановительных реакций? Приведите примеры.
19. Можно ли разделить медь(I) и кадмий при насыщении сероводородом 0,05 М раствора их тетрациано-комплексов в 0,1 М цианиде калия? Вывод подтвердите расчетом.
20. Почему карбонат кальция легко растворяется, а оксалат кальция не растворяется в разбавленной уксусной кислоте, хотя оба соединения имеют близкие величины ПР?
21. Почему соли при выпаривании их с серной кислотой превращаются в сульфаты? Можно ли сульфаты превратить в нитраты выпариванием с большим избытком азотной кислоты?

22. Какими средствами располагает аналитик, чтобы вызвать осаждение твердой соли из пересыщенного раствора?
23. Приведите примеры использования оксред-реакций: а) для растворения твердых соединений; б) для разделения и маскирования ионов; в) для идентификации ионов.
24. Для открытия свинца(II) к испытываемому раствору приливают равный объем 0,5 М иодида калия. При какой минимальной концентрации можно рассчитывать на появление осадка? Возможность комплексообразования не учитывать.
25. Возможно ли восстановление нитрат-ионов в аммиак реакцией с металлическим алюминием?
26. Какие осадители при варьировании определенных условий осаждения могут быть использованы как селективные?
27. Для двух из проделанных Вами реакций укажите природу аналитического сигнала, условия выполнения, селективность.
28. Как влияет добавление избытка осадителя на полноту осаждения ионов: а)  $\text{Ba}^{2+}$  в виде  $\text{BaSO}_4$ ; б)  $\text{Cl}^-$  в виде  $\text{AgCl}$ ; в)  $\text{Hg(II)}$  в виде  $\text{HgI}_2$ ; г)  $\text{Zn}^{2+}$  в виде  $\text{Zn(OH)}_2$ .
29. Выведите общее выражение для расчета растворимости соли как функции концентрации аниона осадителя, образующего комплексные соединения с катионом осадка.
30. Как рассчитать собственную и минимальную растворимость соли? Приведите конкретный пример.
31. Каково соотношение между собственной и минимальной растворимостью гидроксидов металлов? Как минимальная растворимость этих соединений зависит от ПР?
32. Можно ли утверждать, что в ряду соединений  $\text{MA}_2$  минимальная растворимость тем меньше, чем меньше ПР?

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ "Анализ катионов III группы" (КВ2)**

1. Какие химико-аналитические признаки позволяют объединить соответствующие катионы в III аналитическую группу?
2. Какие предварительные заключения о качественном составе раствора солей катионов III группы можно сделать по его окраске?
3. Какие соединения выпадают в осадок при осаждении ионов  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{Cr}^{3+}$  сульфидом аммония или растворами некоторых солей слабых кислот? Напишите уравнения реакций.
4. Какие причины препятствуют осаждению некоторых гидроксидов с помощью аммиака? Укажите соответствующие равновесия и константы.
5. Как влияет присутствие солей аммония на растворимость гидроксидов железа(II) и марганца(II)?
6. Можно ли с помощью ацетатного буфера разделить катионы III группы? Как обнаружить ионы железа(III) в присутствии ионов хрома(III) и алюминия (III) с помощью ацетата натрия?
7. Как разделить катионы III группы с помощью аммиака в присутствии солей аммония?
8. С помощью какого реагента можно осадить алюминий(III) в виде гидроксида в присутствии ионов цинка(II)?
9. С какой целью при обнаружении кобальта(II) роданидом аммония добавляют амиловый спирт или используют насыщенный раствор роданида аммония в ацетоне?
10. Почему при осаждении гидроксидов железа, хрома и алюминия; аммиаком центрифугат, содержащий катионы III группы, должен сразу же быть использован для анализа? Что произойдет в противном случае?
11. Что такое внутриккомплексные соли? Приведите примеры осаждения ионов никеля, кобальта и алюминия в виде этих соединений. Каковы специфические особенности этих солей, обеспечивающие их эффективное использование в анализе?
12. Что такое "берлинская лазурь"? Почему это соединение характеризуется весьма интенсивной окраской?

13. Опишите условия обнаружения хрома пероксидом водорода в кислой среде в виде синего пентаоксида хрома. Какова роль органического растворителя? К какому классу относится это соединение и какова в нем степень окисления хрома?
14. Почему при обнаружении ионов марганца(II) с помощью висмутата натрия или оксида свинца следует избегать избытка ионов марганца в первоначальном растворе? Как протекает реакция при малой и избыточной концентрации? Что еще мешает проведению этой реакции?
15. Объясните, в чем суть реакций обнаружения ионов алюминия с помощью органических красителей.
16. Сульфиды железа, кобальта, никеля окрашены в черный цвет. Чем объясняется глубокая окраска этих соединений?
17. Почему при действии дихромата калия на раствор соли бария выпадает осадок хромата бария?
18. Предложите схемы разделения катионов а) железа, марганца, никеля; б) алюминия, железа(II), хрома, кобальта. При разделении следует использовать наименьшее число операций. Написать уравнения реакций.
19. Несмотря на близость оксид-потенциалов, имеются существенные различия в окислительной способности перманганатов и дихроматов. Укажите, в чем эти различия. Как протекают реакции этих соединений с  $H_2O_2$  и  $HCl$ ?
20. Можно ли с помощью уротропина разделить катионы III группы?
21. Почему нельзя проводить обнаружение ионов цинка(II) сероводородом в растворе, содержащем хромат-ионы?
22. Приведите 3 конкретных реакции, которые Вы бы использовали для идентификации ионов цинка и дайте их полную характеристику.
23. Укажите причины возможного недооткрытия цинка на конечной стадии анализа при разделении катионов III группы щелочно-пероксидным и щелочными методами.
24. Что такое "лаки" и как они используются при идентификации катионов III группы?

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ «Экстракция» (КВЗ)**

1. В чем сущность метода экстракционного разделения?
2. Как классифицируются экстракционные системы по химизму взаимодействия экстрагента и извлекаемого компонента?
3. Как связаны между собой коэффициент распределения, константа распределения и константа экстракции? Чем определяется взаимосвязь этих констант?
4. Какие существуют способы организации процесса экстракционного разделения?
5. Какова зависимость степени экстракционного извлечения от коэффициента распределения, объемов сопряженных фаз и числа ступеней экстракции?
6. Какова движущая сила физического распределения веществ между водной и органической фазами?
7. Каков химизм экстракционного извлечения кислот и комплексных металлокислот нейтральными экстрагентами? Объясните, почему при экстракции железа(III) из солянокислого раствора коэффициент распределения его имеет максимум при определенной концентрации  $HCl$ .
8. Какие равновесия лежат в основе анионообменной экстракции? Объясните, почему кобальт(II) хорошо экстрагируется четвертичными аммониевыми основаниями из раствора  $HCl$ , а никель(II) в органическую фазу практически не переходит?
9. Что такое соэкстракция и насколько это явление характерно для экстракционных процессов?
10. В чем сходство и различие катионообменной экстракции и экстракции внутрикомплексных соединений?

11. Для каких неорганических ионов характерен переход в органическую фазу в виде ионных ассоциатов (ионных пар) с крупными органическими катионами? Какие при этом будут существовать равновесия и каковы движущие силы такого перехода?
12. В чем состоят особенности экстракции металлов в виде хелатов? Какое значение при этом имеют кислотно-основные свойства хелатообразующего реагента?
13. Какие реагенты Вы можете предложить для реэкстракции диэтилдитиокарбамата меди(II), ацетилацетоната железа(III), дитизоната цинка? Каковы должны быть условия эксперимента для полной реэкстракции?
14. Напишите уравнения экстракции алюминия и магния 8-оксихинолином. Почему оптимальное извлечение для алюминия возможно при pH=2-3, а для магния - при pH=10?
15. Как повысить селективность разделения при введении маскирующих реагентов в процесс экстракции? Приведите конкретные примеры с уравнениями реакций и соответствующими константами.
16. Покажите с помощью расчета, что при довольно малой константе экстракции дитизоном серебро в присутствии ЭДТА при pH=1 аналогично ртути(II) будет переходить в органическую фазу ( $C_{\text{ЭДТА}} = 0,01 \text{ M}$ ;  $C_{\text{дитизона}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ ).
17. Почему возможна реэкстракция серебра из раствора дитизона водным раствором хлорида натрия?
18. Какие равновесия будут определять экстракцию ртути(II) дитизоном из нейтрального водного раствора, содержащего хлорид-ионы и ЭДТА?
19. Можно ли добиться 93% извлечения растворенного вещества с константой распределения 20 в результате; а) однократной обработки 100 мл водного раствора этого вещества 25 мл органической фазы; б) такой же трехкратной обработки?
20. Соотношение исходных концентраций галлия и индия равно 5:1,  $R_{\text{Ga}} = 97\%$ ,  $R_{\text{In}} = 23\%$  при экстракции их диэтиловым эфиром. Сколько повторных операций экстракции и реэкстракции следует провести для достижения отношения концентраций галлия к индию, равного 100:0,1 (полное отделение)?
21. Типичные аналитические реагенты, применяемые для экстракции хелатов (оксин, дитизон и др.) переходят в органическую фазу и реэкстрагируются в зависимости от pH водной фазы. Чем Вы это объясните? Почему оксин реэкстрагируется при подкислении или подщелачивании водной фазы, а дитизон - только при подкислении? Ответ обоснуйте соответствующими уравнениями реакций.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ "Хроматография" (КВ4)**

1. Как хроматография связана с уже известными Вам методами разделения (осаждение, испарение, возгонка, экстракция и др.)?
2. Укажите, какие типы фазовых равновесий используются в хроматографическом методе разделения и сопоставьте их с определенными хроматографическими методами. Какие физические и химические процессы лежат в основе этих методов?
3. Что такое хроматографическая система, из чего она состоит?
4. Какими количественными величинами характеризуется равновесное распределение компонента между фазами?
5. Чем определяется принципиальная возможность разделения компонентов в хроматографической системе?
6. Что является результатом хроматографирования?
7. Как из хроматограммы получить информацию о качественном и количественном составе анализируемой смеси?
8. Чем отличаются методы БХ и ТСХ от колоночного варианта хроматографического разделения?
9. Какой величиной характеризуют положение хроматографической зоны в БХ и ТСХ? Дайте определение и способ расчета. От каких факторов зависит эта величина?
10. Укажите все способы идентификации компонентов в ТСХ и БХ.

11. Как обнаружить хроматографические зоны, не окрашенные в видимой области спектра?
12. Опишите свойства пластины "Силуфол".
13. Какие свойства сорбента и элюента следует учитывать при разделении методом ТСХ?
14. Как меняется элюирующая способность по отношению к полярным органическим соединениям при разделении их на силикагеле в следующем ряду:  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ?
15. При разделении хлоридов металлов методом БХ с подвижным растворителем (бутанол + 2 М  $\text{HCl}$ ) определены следующие значения  $R_f$ : 0,60 (кадмий); 0,50 (висмут); 0,10 (кобальт); 0,0 (кальций). Каково соотношение коэффициентов распределения хлоридов этих металлов в системе вода-бутанол (2 М  $\text{HCl}$ )?
16. В чем состоят особенности методов хемосорбционной хроматографии? Назовите эти методы и объясните их принципы.
17. Что такое модифицированные сорбенты, импрегнированная бумага, как их готовят?
18. Какие функциональные группы органических соединений обеспечивают удерживание на бумаге и гидрофильных сорбентах?
19. Объясните, как происходит образование хроматографических зон в осадочной хроматографии. В чем отличие этого метода от дробного осаждения?
20. Как определить порядок расположения зон в методе осадочной хроматографии. Приведите конкретный пример.
21. Можно ли добиться изменения порядка расположения зон, меняя условия опыта при разделении методом осадочной хроматографии?
22. Возможно ли разделение анионов роданида и хромата на колонке с силикагелем, пропитанным нитратом серебра, если их концентрации равны?
23. Какие хроматографические методы можно применить для очистки воды, загрязненной органическими соединениями, а также солями тяжелых металлов?
24. Какие модифицированные сорбенты используются в методах адсорбционно-комплексобразовательной и оксред-хроматографии?
25. Предложите схему разделения методами хемосорбционной хроматографии следующих смесей, укажите порядок расположения хроматографических зон:
  - а)  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ;
  - б)  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ;
  - в)  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ .
26. Для чего бутиловый спирт, используемый в качестве подвижной фазы при разделении индикаторов, насыщают 1,5 М аммиаком?
27. В какой форме находятся кислотно-основные индикаторы при их хроматографировании?
28. Почему появление зоны фенолфталеина 0,1 М раствором гидроксида натрия не всегда дает положительный результат?
29. Какие функциональные группы индикаторов обеспечивают их удерживание на сорбенте?
30. В чем состоит принципиальное отличие ионообменной хроматографии от других хроматографических методов?
31. Через хроматографическую колонку, заполненную сильнокислотным катионитом в Н-форме, пропускают водный раствор, содержащий  $\text{KCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ . Напишите уравнения реакций для происходящих при этом процессов. Предложите простой способ контроля за протеканием реакции.
32. В 200 мл воды растворили 1,11 г. хлорида кальция и встряхивали этот раствор с избытком сильнокислотного катионита в Н-форме. Чему равен рН после установления равновесия между ионитом и раствором?
33. Предложите способы разделения  $\text{Fe(III)}$  и  $\text{Cr(III)}$ ,  $\text{Mg(II)}$  и  $\text{Mn(II)}$  с использованием ионитов.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ "Обработка результатов анализа" (КВ5)**

1. Что такое значащие цифры, как определяется их число в различных случаях? От чего зависит число значащих цифр в представляемом результате анализа? Представьте числа 28989 и 0,0003481 в виде одной, двух, трех и четырех значащих цифр.
2. Дайте определение воспроизводимости и правильности анализа.
3. Что такое систематические и случайные погрешности, как они связаны с понятиями правильности и воспроизводимости?
4. Объясните смысл понятия "доверительный интервал", от чего зависит его величина, какого типа погрешности он включает?
5. Приведите формулы для расчета стандартного отклонения, относительного стандартного отклонения, доверительного интервала для единичного и среднего значения результатов анализа.
6. Что такое "промахи" анализа, как их обнаружить?
7. Укажите все известные Вам способы "выбраковки" результатов.
8. Для чего применяют Q-критерий? Приведите пример.
9. Как улучшить воспроизводимость анализа?
10. Как изменится величина доверительного интервала для среднего значения при увеличении числа параллельных измерений от 4 до 9?
11. Как влияет на границы доверительного интервала изменение доверительной вероятности?
12. Укажите все способы обнаружения систематических погрешностей.
13. Как с помощью F- и t-критериев сравнить результаты анализа, полученные двумя независимыми методами? Представьте схему решения этой задачи.
14. Как с помощью критерия Стьюдента устанавливают число параллельных измерений, необходимых для получения среднего результата с заданной точностью?
15. Выведите выражения, связывающие величину случайной погрешности  $y$  с соответствующими погрешностями аргумента  $x$ , для следующих функциональных связей:  
а)  $y = ax$ ; б)  $y = ax^2$ ; в)  $y = ax + b$ ; г)  $y = ax_1 - bx_2$ ; д)  $y = \ln x$ ; е)  $y = \log_a x$ .

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ "Гравиметрия" (КВ6)**

1. Каково максимально допустимое значение ПР осаждаемой формы состава МА, позволяющее провести гравиметрическое определение с погрешностью не более 0,1% отн.? Ответ проиллюстрируйте конкретными расчетами.
2. Как величина гравиметрического фактора влияет на минимально допустимую массу определяемого элемента и погрешность анализа?
3. Какую из осаждаемых форм  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  (ПР =  $2,3 \cdot 10^{-9}$ ) или  $\text{CaF}_2$  (ПР =  $4,0 \cdot 10^{-11}$ ) Вы выберете для гравиметрического определения кальция?
4. Для каких соединений при расчете растворимости в насыщенном водном растворе недостаточно знания ПР? Приведите конкретные примеры.
5. Какие процессы протекают при выдерживании осадка в контакте с маточным раствором? В каких случаях это играет положительную роль, в каких - отрицательную?
6. Как влияют изменения pH на растворимость осадков а) сульфата бария; б) диметилглиоксимата никеля?
7. Почему при осаждении добавляют небольшой избыток осадителя? Приведите примеры, когда избыток осадителя существенно повышает растворимость осадка.
8. Сформулируйте оптимальные условия осаждения  $\text{BaSO}_4$ . Почему осаждение сульфат-ионов в виде  $\text{BaSO}_4$  следует вести из слабокислого раствора, а для подкисления использовать именно соляную кислоту (а не азотную)?
9. Как определить серу в железном колчедане (пирите)? Пишите все процессы превращения и получения весовой формы.
10. Можно ли для освобождения от примесей перекристаллизовать осадок сульфата бария?



11. Будет ли результат определения сульфат-иона по обычной, гравиметрической методике завышен, занижен или правилен в перечисленных ниже случаях:
  - а) в маточном растворе большой избыток кислоты;
  - б) в растворе присутствовали фторид-ионы;
  - в) соосадились нитрат-ион;
  - г) в процессе озоления фильтра произошло воспламенение.
12. Какую из солей:  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{BaCl}_2$  или  $\text{BaBr}_2$  целесообразно использовать при осаждении сульфат-иона?
13. Приведите примеры, когда осаждаемая и весовая форма а) идентичны по составу и б) различаются. Каким способом переводят осаждаемую форму в весовую?
14. Почему в гравиметрии, как правило, необходимы повторные операции прокаливания (высушивания) осадков?
15. В чем смысл и преимущества гомогенного осаждения? Как практически оно осуществляется?
16. При определении небольших количеств никеля (около 25 мг) какой метод Вы предпочтете: осаждение в виде диметилглиоксимата или в виде гидроксида? Почему?
17. В чем преимущество промывания осадка декантацией, а не на фильтре?
18. Как выбирается состав промывной жидкости?
19. Охарактеризуйте свойства диметилглиоксима как представителя класса органических осадителей: тип функционально-аналитической группы, кислотно-основные свойства, растворимость в воде и органических растворителях, взаимодействие его с металлами, тип образующихся соединений и их основные свойства.
20. Рассчитать полную и собственную растворимость диметилглиоксимата никеля, если  $\text{PP} = 2,2 \cdot 10^{-24}$ ;  $\beta_2 = 2,2 \cdot 10^{18}$ .
21. С какой целью осаждение диметилглиоксимата никеля ведется из горячего раствора и почему для этого используют аммиак, а не гидроксид натрия?
22. Обоснуйте условия "вызревания" осадка диметилглиоксимата никеля и его промывки.
23. При промывании аморфных осадков в промывную жидкость часто добавляют нитрат аммония. С какой целью? Можно ли *заменить* его нитратом натрия?
24. Как следует проводить осаждение никеля в присутствии кобальта и железа?
25. С помощью каких реагентов можно провести гомогенное осаждение бария и никеля?
26. Определите значение  $\text{PP}$  соединения  $\text{AB}_2\text{C}_3$ , если в насыщенном растворе  $[\text{C}^-] = 0,003 \text{ M}$ .
27. Как рассчитать растворимость малодиссоциирующих соединений? Приведите три примера таких соединений.
28. Чему равна относительная погрешность определения кальция (в %), если при прокаливании оксалата кальция превращение осадка в карбонат кальция произошло лишь на 99%?
29. Сравните влияние солевого фона и избытка осадителя на растворимость сульфата бария ( $\text{C}_{\text{NaCl}} = 0,1 \text{ M}$ ,  $\text{C}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ). Какой фактор доминирует?
30. При определении воды в  $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}$  навеску 0,2402 г этого вещества прокалили до удаления влаги при  $105^\circ\text{C}$  и определили потери при прокаливании. Сколько значащих цифр надо оставить в полученном результате процентного содержания воды, если взвешивание проводилось с точностью  $\pm 0,1 \text{ мг}$ ?
31. При определении железа в пробе взвешиванием его в виде  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  был получен результат 10,11% Fe. Если прокаленный осадок содержал 3%  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , чему равно действительное содержание железа в пробе?
32. Как добиться получения "чистого" осадка в условиях адсорбции, окклюзии или соосаждения при гравиметрическом определении?
33. Проанализируйте, возможные причины систематических погрешностей при гравиметрическом определении  $\text{SO}_4^{2-}$  или  $\text{Ni}^{2+}$ . От чего зависит знак этих погрешностей?
34. Правомерно ли представить результаты гравиметрического определения в виде величин:
  - а) 0,12483 г;
  - б) 0,02 моль/л;
  - в)  $0,00151482 \pm 0,00042 \text{ мг/мл}$ ;
  - г)  $185,40 \pm 0,02 \text{ г}$ ?

Как должно выглядеть корректное приведение этих данных?

35. При гравиметрическом определении железа в образце руды установлено, что стандартное отклонение единичного определения составляет 0,03 %, а среднее значение для 9 параллельных определений 3,55 %. Можно ли сделать вывод об отсутствии систематической ошибки в анализе, если "истинное" содержание железа составляет 3,58 %?
36. Что такое изоморфная сокристаллизация, и какими количественными соотношениями она описывается?
37. От чего зависит адсорбция примесных элементов осадками солей? Можно ли создать такие условия, чтобы при количественном выделении соли одного элемента все другие элементы не адсорбировались?
38. К раствору нитрата серебра, содержащего в качестве примеси  $\text{Hg}^{2+}$ , добавили эквивалентное количество  $\text{NaCl}$ . Можно ли утверждать, что при осаждении  $\text{AgCl}$  ртуть полностью останется в растворе?
39. При хранении растворов с очень малой концентрацией металлов в стеклянной посуде наблюдается адсорбция поверхностью стекла. Какое должно быть значение рН раствора для конкретного элемента, чтобы этим явлением можно было пренебречь?

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ "Кислотно-основное титрование" (КВ7)**

1. Приведите приближенную формулу для расчета рН в растворе слабой одноосновной кислоты. Какие допущения приняты при выводе, и когда они справедливы? Когда и в какой форме аналогичное выражение справедливо для многоосновных кислот? Приведите конкретные примеры.
2. Как рассчитать рН в растворе амфолита: общее выражение, приближенные расчеты, случаи возможного упрощения расчетов.
3. Опишите требования, которым должен удовлетворять первичный стандарт для кислотно-основного титрования. Назовите два первичных стандарта, приведите их факторы эквивалентности, молярную массу кислоты и основания.
4. Почему титр рабочего раствора щелочи меняется во времени? Как сделать его более устойчивым?
5. Как действуют кислотно-основные индикаторы, исходя из ионно-хромофорной теории? Приведите пример, назовите хромофорные и ауксохромные группы двух индикаторов, их кислотные и основные формы, изменение окраски.
6. Поясните, что такое показатель титрования ( $pT$ ) и интервал перехода индикатора. От чего зависят эти величины?
7. Как выбрать кислотно-основной индикатор, каким должно быть соотношение концентраций определяемого вещества, титранта и индикатора (количественно)? Что такое индикаторная погрешность? Какие способы ее расчета или оценки Вам известны?
8. Какие несколько точек нужно выбрать для расчета кривой титрования? Как их число зависит от природы титруемого вещества и титранта? Как и когда из кривой титрования можно оценить константу диссоциации кислоты? Рассмотрите отдельно случай одно- и многоосновных кислот.
9. Укажите источники случайных погрешностей в титриметрии. Приведите обусловленные этими источниками возможные уровни погрешностей конечных величин. Каковы способы снижения случайных погрешностей?
10. Укажите источники систематических погрешностей в титриметрии, пути их устранения и возможные пути оценки уровня их влияния.
11. Чему равен рН в точке эквивалентности при стандартизации раствора соляной кислоты по буре? Опишите оптимальные условия ее проведения.
12. В чем заключается и когда применяется метод обратного титрования? Приведите, примеры.
13. Что такое буферная емкость, от чего она зависит и как ее рассчитать? Где и когда ее следует учитывать?

14. Какие способы стандартизации растворов щелочей и кислот Вы можете предложить?
15. Предложите количественный метод определения борной кислоты и бората натрия ( $\text{NaH}_2\text{BO}_3$ ) в их смеси.
16. Как с помощью ионообменника и кислотно-основного титрования определить концентрацию солей  $\text{KCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CuSO}_4$ ? Написать уравнения реакций.
17. При каком условии возможно ступенчатое титрование многоосновных кислот или смеси кислот, солей многоосновных кислот? Приведите 2 конкретных примера.
18. Определите, состоит ли фосфатный буфер ( $\text{pH} = 7,9$ ) из смеси фосфорной кислоты и ее соли или из смеси кислых солей.
19. Какими способами определяют содержание: а) аммиака в солях аммония; б) карбонатов в щелочи; в)  $\text{CO}_2$  в воде; г) азота в органических соединениях? Записать уравнения реакций и расчетные формулы.
20. Студент определял титр раствора щелочи по щавелевой кислоте, которую перекристаллизовывал и сушил самостоятельно. Определение содержания  $\text{HCl}$  он проводил в тех же условиях, что и титр раствора. Преподаватель обнаружил в его результатах положительную систематическую погрешность. Проанализируйте возможные причины этого.
21. Для определения содержания аммония в его солях используют метод дистилляции аммиака нагреванием сильнощелочного раствора с поглощением раствором серной кислоты, избыток которой затем оттитровывают раствором щелочи. Написать уравнения химических реакций, обосновать выбор индикатора и привести схему расчета содержания аммония в процентах, если  $n_1$  и  $n_2$  - нормальная концентрация серной кислоты и щелочи (KOH) соответственно;  $V_1$  и  $V_2$  - соответствующие объемы в мл;  $m$  - навеска образца в г. Проведите оценку случайных погрешностей методов прямого и обратного титрования аммиака и сравните результаты.
22. Можно ли кислотно-основным титрованием установить содержание гексафторосиликата натрия в растворе, какой для этого следует взять индикатор?
23. Как обнаружить и количественно определить наличие примеси карбоната в растворе щелочи?
24. Как с помощью кислотно-основного титрования определяют постоянную и устранимую жесткость воды?

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ "Окислительно-восстановительные равновесия" (КВ8)**

1. Что такое стандартный и реальный оксеред-потенциал, в чем их отличие? Как и при каких условиях определяют эти величины?
2. Как рассчитать фактор эквивалентности, молярную массу эквивалента и нормальность раствора в методах оксеред-метрии? Приведите несколько конкретных примеров.
3. При какой величине разности потенциалов  $E^0_1 - E^0_2$  реакция  $\text{Ox}_1 + \text{Red}_2 \leftrightarrow \text{Red}_1 + \text{Ox}_2$  протекает количественно (полнота превращения для обеих пар составляет 99,9%). Какие факторы будут влиять на вычисленную величину?
4. Что отличает аналитические реакции в методах оксеред-метрии? Приведите два примера, когда реакция не протекает до конца, несмотря на благоприятную величину  $\Delta E^0$ .
5. Всегда ли оксеред-реакции бывают обратимыми? Каков основной критерий обратимости этих реакций? Приведите два примера оксеред-реакций, используемых в титровании, которые близки по свойствам к идеальной аналитической реакции.
6. Какие несколько точек кривой оксеред-титрования наиболее полно характеризуют аналитические возможности реакции?
7. Какие способы фиксации точки эквивалентности используются в оксеред-титрованиях? Опишите принципы действия и подбора индикаторов для оксередметрии. Как связан интервал перехода окраски индикатора с величиной  $E^0$  окисленной и восстановленной форм индикатора?

8. Рассчитайте выражение, определяющее потенциал в точке эквивалентности при оксид-титровании для систем: а)  $\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ; б)  $\text{Fe}^{2+} + \text{Ce(IV)}$ .
9. Как из кривой оксид-титрования определить потенциалы обратимых окислительно-восстановительных пар?
10. Какие способы изменения потенциала в точке эквивалентности существуют? Когда это оказывается необходимым?
11. Какой из первичных стандартов и почему Вы выберете для стандартизации перманганата - щавелевую кислоту или оксалат натрия?
12. Почему при титровании оксалат-ионов перманганатом калия первые его капли обесцвечиваются медленно, а в конце титрования - мгновенно? Как добиться быстрого обесцвечивания раствора с первых моментов титрования?
13. В чем состоят особенности приготовления, хранения и стандартизации титранта в перманганатометрии?
14. Чему равен фактор эквивалентности и нормальность раствора  $\text{KMnO}_4$ , если его используют для определения  $\text{Mn(II)}$  в присутствии избытка пирофосфат-ионов при  $\text{pH}=6$ ?
15. Дайте сравнительную характеристику методов перманганатометрии и дихроматометрии.
16. Приведите примеры использования дихромата калия как первичного стандарта и титранта. В чем основные достоинства этого реагента? Является ли система дихромат-хром(III) обратимой?
17. В чем различие методов иодометрии и иодиметрии? Приведите примеры применения этих методов.
18. Как приготовить, хранить и стандартизовать раствор тиосульфата натрия? Почему он меняет титр при выдерживании? Напишите необходимые уравнения реакций.
19. Почему в методах иодометрии крахмал добавляют ближе к концу титрования?
20. Перечислите источники погрешностей в иодометрических методах и способы их подавления.
21. Как методом перманганатометрии определить содержание кальция в известняке?
22. С какой целью в процессе окисления органических соединений перманганатом калия в сильнощелочной среде часто добавляют ионы бария?
23. Предложите методику определения железа(II) и (III) при совместном присутствии.
24. Многие моющие средства представляют собой порошкообразные гадогенсодержащие окислители. Предложите способ оценки относительной окислительной способности подобных стиральных порошков различных марок.
25. Витамин С (аскорбиновая кислота) является восстановителем, в кислых растворах реагирует следующим образом:  $\text{H}_4\text{C}_4\text{O}_2(\text{OH})_2(\text{COH})_2 \rightarrow \text{H}_4\text{C}_4\text{O}_4(\text{COH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$  ( $E^\circ = 0,35 \text{ В}$ ). Чему равен эквивалент аскорбиновой кислоты? Предложите окислитель для определения ее во фруктовых соках.
26. Предложите оксид-метод определения меркаптанов.
27. Как определить растворенный в воде кислород?
28. Что такое реактив Фишера? Какая окислительно-восстановительная реакция лежит в основе определения воды методом Фишера?
29. Выведите выражение, позволяющее вычислить индикаторную погрешность из величин  $E_{\text{инд}}^0$  и потенциала титруемого раствора до точки эквивалентности.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ "Комплексометрия" (КВ9)**

1. Дайте определение полной (общей) и ступенчатой (частной) константы образования комплекса. Чем определяется равновесная концентрация комплексной формы? Приведите выражения, позволяющие рассчитать долю комплексных форм  $\alpha$  в системе  $\text{M} + \text{nA} \leftrightarrow \text{продукты}$ , где  $\text{M}$  - катион металла,  $\text{A}$  - лиганд.
2. Чем определяется аналитическая применимость реакции комплексообразования?
3. Как связаны между собой названия ЭДТА, трилон Б, комплексон III и символы  $\text{Y}^{4-}$ ,  $\text{H}_2\text{Y}^{2-}$ ,  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ ?

4. Чем отличаются константа устойчивости  $K$  и условная константа устойчивости  $K'$ , используемые для описания комплексообразования металлов с ЭДТА?
5. Охарактеризуйте ЭДТА как представителя комплексонов (аминополикарбоновых кислот): кислотные-основные свойства, растворимость различных форм реагента, дентатность лиганда и донорные атомы, тип образующихся металлоциклов. К какому классу оснований (жестких или мягких) относится ЭДТА? Почему комплексы металлов с ЭДТА отличаются прочностью и стехиометрией 1:1?
6. От каких факторов зависит устойчивость комплексов металлов с ЭДТА?
7. Чем определяется выбор pH при конкретных комплексонометрических определениях? Укажите возможные конкурирующие равновесия с участием иона металла и ЭДТА в зависимости от pH раствора в диапазоне pH от 1 до 10.
8. Какой исходный реагент используется для приготовления раствора титранта в комплексонометрии и почему?
9. С какой целью в комплексонометрическом титровании в растворах создают буферную среду? Приведите по одному примеру определений, проводимых в слабокислой и в слабощелочной среде. Почему при титровании в щелочной области к растворам добавляют аммиак, а не щелочь?
10. Объясните причину изменения цвета в ходе комплексонометрического титрования в присутствии металлохромного индикатора.
11. Приведите оценку соотношения констант образования соединений металл-индикатор и металл-ЭДТА, при которой возможно определение.
12. Как приготовить раствор "свидетеля" для комплексонометрии?
13. С какой целью в ряде случаев нагревают раствор при комплексонометрическом титровании или проводят его медленно? Почему иногда титрование осуществляют в водно-органических средах?
14. По каким веществам стандартизируют раствор ЭДТА? Вычислите для них молярную массу эквивалента.
15. В каких случаях в комплексонометрии используют метод обратного титрования? Растворы каких металлов выбирают в качестве титрантов?
16. Какие случайные и систематические погрешности могут возникнуть в комплексонометрии? Как их уменьшить?
17. Какие условия необходимы для селективного определения смеси ионов металлов методом комплексонометрии? Всегда ли это возможно?
18. Объясните, почему хелатные комплексы металлов более устойчивы, чем обычные комплексы, содержащие лиганды с теми же донорными атомами. Приведите конкретные примеры расчета хелат-эффекта.
19. Какова должна быть величина  $\lg K'_{MY}$ , чтобы ошибка определения металла была меньше 1% отн.?
20. Как меняется значение условной константы образования комплексоната кальция при изменении pH от 2 до 8, если  $\lg K_{CaY} = 10,5$ ? Определите оптимальный интервал pH для комплексонометрического титрования кальция.
21. Можно ли при титровании 0,01 М раствора соли никеля сантиметольным раствором ЭДТА при pH=5 использовать индикатор, для которого условная константа устойчивости металла с индикатором равна  $10^8$ , а константа устойчивости ( $K_{NiY}$ ) комплексоната никеля -  $4 \cdot 10^{18}$ ?
22. Вычислите значение  $pCa$  при титровании сантиметольного раствора хлорида кальция раствором ЭДТА той же концентрации, если добавлено 99,0; 99,9; 100,0 и 100,1% титранта (pH= 10).
23. Почему комплексонометрическое титрование магния проводят в щелочной среде, а железо(III) можно титровать и в кислом растворе? Оцените минимальное значение pH для определения магния и железа(III) с погрешностью не более 1% отн.

24. Приведите примеры аналитических определений, основанных на образовании комплексов ионов металлов с лигандами, не относящимися к классу аминокполикарбоновых кислот. Как в этих случаях решается проблема индикации конечной точки?

### Комплект заданий для РГР

#### Раздел «Аналитическая химия»

**Задача 1.** Найти растворимость сульфида свинца в воде, учитывая гидролиз только по аниону, если произведение растворимости сульфида свинца равно  $2,5 \cdot 10^{-27}$ ,  $K_1 = 8,9 \cdot 10^{-8}$  и  $K_2 = 1,3 \cdot 10^{-13}$ .

**Задача 2.** Рассчитать растворимость карбоната кадмия, учитывая, что карбонат-ион подвергается гидролизу.  $PP = 5,2 \cdot 10^{-12}$ ,  $K_1 = 4 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_2 = 5 \cdot 10^{-11}$ .

**Задача 3.** Рассчитать растворимость карбоната серебра за счет гидролиза аниона, если произведение растворимости равно  $8 \cdot 10^{-12}$ , а константы диссоциации угольной кислоты  $K_1 = 4 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_2 = 5 \cdot 10^{-11}$ .

**Задача 4.** Рассчитайте, сколько граммов  $BaCO_3$  растворится в 500 мл раствора при  $pH = 5$ , при  $pH = 9$ .  $PP(BaCO_3) = 5,1 \cdot 10^{-9}$ ,  $K_{дис1, H_2CO_3} = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_{дис2, H_2CO_3} = 4,8 \cdot 10^{-11}$ ,  $K_{дис2, Ba(OH)_2} = 2,3 \cdot 10^{-1}$

**Задача 5.** Сравните растворимость фосфата серебра в воде и 0,005 М растворе гидроксида аммония.  $PP(Ag_3PO_4) = 1,3 \cdot 10^{-20}$ ,  $K_{дис, NH_4OH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ,  $K_{дис1, H_3PO_4} = 7,6 \cdot 10^{-3}$ ,  $K_{дис2, H_3PO_4} = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ,  $K_{дис3, H_3PO_4} = 4,2 \cdot 10^{-13}$ ,  $K_{нест1, [Ag(NH_3)_2]^+} = 10^{-3,32}$ ,  $K_{нест2, [Ag(NH_3)_2]^+} = 10^{-7,24}$ .

**Задача 6.** Какую минимальную концентрацию карбоната натрия следует взять, чтобы из 0,005 моль/л раствора серебра при  $pH = 5$  выпал осадок карбоната серебра?  $PP(Ag_2CO_3) = 8,2 \cdot 10^{-12}$ ,  $K_{дис1, H_2CO_3} = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_{дис2, H_2CO_3} = 4,8 \cdot 10^{-11}$ .

**Задача 7.** Вычислить навеску резины, содержащей около 4% серы, необходимую для определения в ней этого элемента.

**Задача 8.** Вычислить, какое количество 2 н. раствора серной кислоты необходимо взять для осаждения бария из раствора, в котором содержится приблизительно 0,5 г  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ .

**Задача 9.** Рассчитать граммовое содержание хлорида натрия в исследуемом растворе, если вес осадка  $AgCl$  после высушивания оказался равным 0,7171 г.

**Задача 10.** Для определения хлора весовым методом взята навеска 0,7422 г. После высушивания вес осадка  $AgCl$  оказался равным 0,8411 г. Рассчитать процентное содержание хлора в исследуемом образце.

**Задача 11.** Содержание магния в воздушно-сухом силикате равно 2,5 %. Рассчитать процентное содержание магния в абсолютно сухом силикате, если влажность его 18 %.

**Задача 12.** В результате анализа одного и того же раствора двумя методами получен осадок  $KCl$  и  $NaCl$  весом 0,5264 г и осадок  $K_2SO_4$  и  $Na_2SO_4$  весом 0,6282 г. Сколько граммов  $KCl$  и  $NaCl$  было в смеси?

**Задача 13.** Вычислить концентрацию раствора хлорида натрия, приготовленного растворением 12,8 г соли в 250 мл воды.

**Задача 14.** Выразить в молях концентрацию раствора, приготовленного растворением 18,50 г  $BaCl_2 \cdot H_2O$  в 200 мл воды.

**Задача 15.** Рассчитать нормальную концентрацию раствора едкого натра, приготовленного растворением 32,20 г препарата в 250 мл воды.

**Задача 16.** Рассчитать нормальность раствора перманганата калия, приготовленного растворением 18 г препарата, предназначенного для титрования в кислотной среде, в 500 мл воды.

**Задача 17.** Рассчитать титр 0,08 н. раствора соляной кислоты.

**Задача 18.** Рассчитать титр 0,1 н. раствора едкого натра по уксусной кислоте.

**Задача 19.** К 200 мл воды добавлено 350 мл этилового спирта. Рассчитать количество мольных долей каждого компонента смеси.

**Задача 20.** Рассчитать нормальность 12 %-го раствора серной кислоты ( $d = 1,085$ ).

**Задача 21.** Рассчитать молярность 13,7 %-го раствора углекислого натрия, плотность которого 1,145.

**Задача 22.** Рассчитать молярность 8%-ного раствора азотной кислоты.

**Задача 23.** Рассчитать молярность, молярность и процентное содержание едкого натрия в растворе, содержащем 0,02 мольные доли NaOH и 0,98 мольных долей воды.

**Задача 24.** Рассчитать, какое количество 2,0 н. серной кислоты необходимо взять для приготовления 300 мл 0,07 н. раствора.

**Задача 25.** Сколько весовых частей 25 %-го раствора NaCl и воды надо взять для приготовления 21 %-го раствора?

**Задача 26.** На титрование раствора KOH до точки эквивалентности ушло 12 мл 0,08 н. раствора соляной кислоты. Сколько граммов едкого кали содержится в растворе?

**Задача 27.** Рассчитать процентное содержание  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в препарате, если на титрование 10 мл раствора соды, приготовленного растворением 2,0202 г навески ее в 50 мл воды, ушло 12 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты.

**Задача 28.** К исследуемому раствору соли аммония прибавлено 25 мл 0,1 н. раствора едкого натрия. Избыток NaOH оттитрован 12 мл 0,12 н. раствора соляной кислоты. Рассчитать грамм-содержание  $\text{NH}_4^+$  в исследуемом растворе.

**Задача 29.** Навеска сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , равная 3,0201 г, растворена в 200 мл воды. К 10 мл этого раствора добавлено 20 мл 0,05 н. раствора йода. На титрование избытка йода израсходовано 3 мл 0,05 н. раствора тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Рассчитать содержание  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в образце соли (в процентах).

**Задача 30.** К 25 мл 0,05 н. раствора перманганата калия, подкисленного серной кислотой, добавлен раствор нитрита калия. К малиновому раствору, содержащему избыток  $\text{KMnO}_4$ , добавлено 20 мл 0,05 н. раствора щавелевой кислоты. Рассчитать содержание  $\text{NO}_2^-$  в растворе, если на титрование остатка щавелевой кислоты ушло 2,5 мл 0,05 н. раствора перманганата калия.

**Задача 31.** Вычислить концентрацию  $\text{HS}^-$  в 0,1 М растворе  $\text{H}_2\text{S}$ , pH которого равен 3.

**Задача 32.** Рассчитать pH раствора, полученного при титровании 100 мл 0,08 н. раствора уксусной кислоты 15 мл 0,1 н. раствора едкого натрия.

**Задача 33.** Рассчитать потенциалы системы при титровании 100 мл 0,1 н. раствора  $\text{FeSO}_4$  раствором перманганата калия в кислой среде, когда добавлено 99,9, 100,0 и 100,1 мл 0,1 н. раствора  $\text{KMnO}_4$ .

**Задача 34.** Рассчитать pCl при титровании 100 мл 0,1 н. раствора хлорида натрия 0,1 н. раствором азотнокислого серебра, когда добавлено 99,9, 100,0 и 100,1 мл раствора  $\text{AgNO}_3$ .

**Задача 35.** Вычислить значение pCa при титровании  $10^{-3}$  М раствора  $\text{CaCl}_2$  трилоном Б той же концентрации при добавлении 50, 100 и 100,1% трилона Б. Константа устойчивости трилоната кальция равна  $10^{10,7}$ .

**Задача 36.** Рассчитать индикаторную ошибку титрования 0,1 н. раствора соляной кислоты раствором едкого натрия той же концентрации в присутствии метилового оранжевого, pT которого равен 4.

**Задача 37.** Рассчитать индикаторную ошибку титрования 0,1 н. раствора соляной кислоты раствором едкого натрия той же концентрации в присутствии фенолфталеина, pT которого 9.

**Задача 38.** Вычислить ошибку титрования 0,1 н. раствора уксусной кислоты раствором едкого натрия той же концентрации в присутствии метилового оранжевого (pT = 4).

**Задача 39.** Вычислить ошибку титрования 0,1 н. раствора гидроксида аммония раствором соляной кислоты той же концентрации в присутствии фенолфталеина, pT которого 9.

**Задача 40.** Рассчитать ошибку титрования карбоната натрия до бикарбоната в присутствии фенолфталеина ( $P_T = 9$ ).

**Задача 41.** Рассчитать ошибку титрования железа двухвалентного перманганатом калия до потенциала 910 мВ.

**Задача 42.** Вычислить индикаторную ошибку титрования 25 мл раствора хлорида натрия в присутствии 2 мл 0,01 М раствора хромата калия 0,05 М раствором азотнокислого серебра ( $PP_{AgCl} = 1,6 \cdot 10^{-10}$ ,  $PP_{Ag_2CrO_4} = 2 \cdot 10^{-12}$ ).

**Задача 43.** Вычислить индикаторную ошибку титрования  $10^{-3}$  М раствора хлорида алюминия трилоном в присутствии эриохрома черного при  $pH=3$ , если константа устойчивости трилоната алюминия равна  $10^{16,1}$ .

**Задача 44.** В навеске стандартного образца стали содержится 0,0424 г марганца. Какова абсолютная ошибка определения ( $\Delta_a$ ), если найдено 0,0396 г марганца?

**Задача 45.** На титрование четырех одинаковых объемов кислоты израсходовано 12,50; 12,52; 12,48; 12,46 мл щелочи. Вычислить абсолютную ошибку определения.

**Задача 46.** При повторном титровании одинаковых объемов кислоты щелочью затрачены следующие объемы рабочего раствора: 13,40; 13,20; 13,30; 13,20; 13,30; 13,10 мл. Рассчитать случайную погрешность измерения и доверительный интервал определяемой величины с надежностью 0,95.

**Задача 47.** Напишите реакции растворения металлов в соляной, серной, концентрированной серной, азотной и концентрированной азотной кислотах, отметьте разницу.

**Задача 48.** Напишите реакции растворения металлов в растворах щелочей и аммиака.

**Задача 49.** Укажите характерные цвета растворов, а также продукты реакций.

**Задача 50.** Приведите примеры качественных реакций, основанных на реакциях комплексообразования.

**Задача 51.** Приведите примеры качественных реакций, основанных на окислительно-восстановительных реакциях.

**Задача 52.** Приведите примеры качественных реакций, основанных на реакциях осаждения.

**Задача 53.** Объясните, каким образом условия среды влияют на проведение качественной реакции обнаружения ионов в растворе.

**Задача 54.** Отметьте каталитические реакции обнаружения.

**Задача 55.** Приведите примеры использования частных («именных») реактивов для обнаружения ионов.